

SEW 工法地中連続壁工の FFU 芯材建込み精度向上事例

鹿島建設(株) 正会員 ○岩上進也 吉住淳志 中村康彦 吉田裕亮
東日本高速道路(株) 鏡 浩志 原 遼平

1. 目的

本工事のシールド発進立坑は、シールド通過部に切削可能芯材（Fiber Reinforced Foamed Urethane：以降FFU芯材）を組み込み、この部材をシールド機によって直接切削して発進するSEWを用いたシールド直接発進到達工法が採用されている（図-1、図-2）。FFU芯材とは硬質発泡ウレタン樹脂をガラス長繊維で強化した厚さ10mm~30mmの板状の材料をエポキシ系接着剤（常温硬化2液反応形）で圧着接合して形成したものである。

本報では、SEWを用いたシールド直接発進到達工法で不具合が報告されているFFU芯材の建込み精度について、その向上策と実績を報告する。

2. 工事概要

本工事は、東京外環自動車道京葉ジャンクションにて、未整備である東京外環自動車道高谷方面から京葉道路千葉方面へ接続するランプウェイを、シールド工法（延長 646m）で施工する。既に供用中である道路トンネルに合築する形状で発進立坑を構築中である。本工事の発進立坑土留めとして施工する地中連続壁は、壁長 61.0m、壁厚 1,100mm で設計されており、壁長、壁厚ともに施工可能なカッターソイルミキシング工法（以降 CSM 工法）が発注時から選定されていた。

3. 課題抽出

FFU芯材は硬質発泡ウレタン樹脂をガラス長繊維で強化した比重1.0の材料である。CSM工法地中連続壁のソイルセメントの比重は1.6程度であり、比重差に起因する浮力による芯材の浮き上がりや建込み精度の不安定が懸念された。CSM工法と本工事で規定されているソイルセメントの要求性能と試験練りで得られたソイルセメントの比重を表-1に示す。

FFU芯材の建込み時の浮力影響を解消するために、芯材下部に重心調整用の錘が設計されていた。しかし、通常のH鋼芯材（比重7.85）に比べて非常に軽い芯材を建て込む必要があることや、経済性を考慮して錘の重量の決定に安全率が考慮されていない等の懸念要素があり、建込み精度向上が土留め壁の健全性を確保するための重要な課題であった。

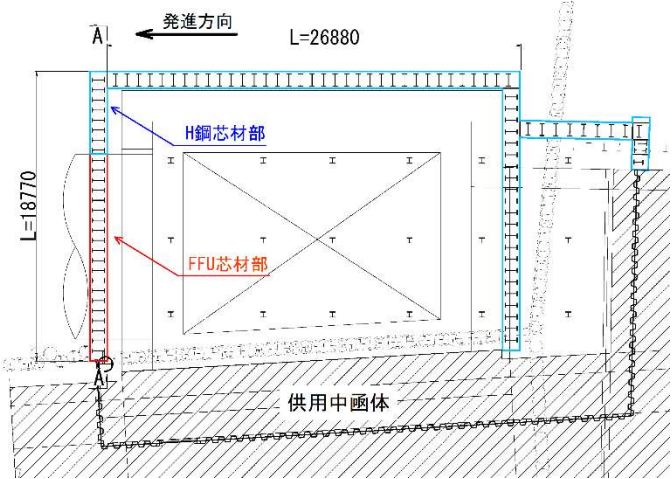


図-1 仮設平面図

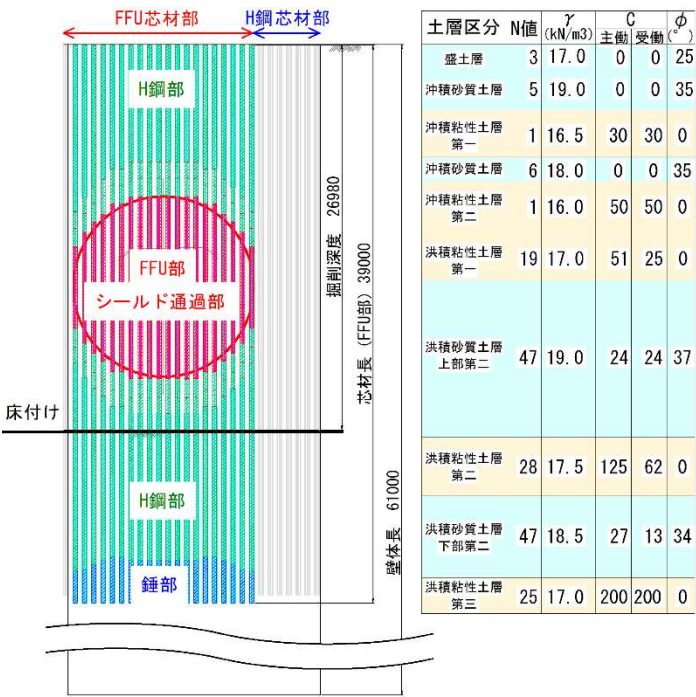


図-2 FFU 芯材部正面図 (A-A 断面)

表-1 標準ソイルセメント仕様

設計強度	透水係数	フロー値 (固化液)	比重
0.5N/mm ²	1×10 ⁻⁸ m/sec	200mm×200mm ~300mm×300mm	1.628

*透水係数とフロー値はパウアー工法協会指針

キーワード 地中連続壁工, 建込み精度向上, 切削可能芯材, FFU, SEW 工法

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株)東京土木支店土木部 TEL 03-3404-5511

4. 建込み精度向上策

建込み精度向上策として、土留壁孔壁内のソイルセメントの比重を小さくすることで、FFU芯材に生じる浮力を低減した。ソイルセメントの比重を小さくすると、フロー値が大きくなり、CSM工法の基準協会であるパワー工法協会指針による標準フロー（表－1）を逸脱してしまう。

標準フローは礫質地盤での施工の際に掘削土砂内の礫分が沈降し、掘削下端に堆積することで建込む芯材の高止まりを抑制するために設定されている。

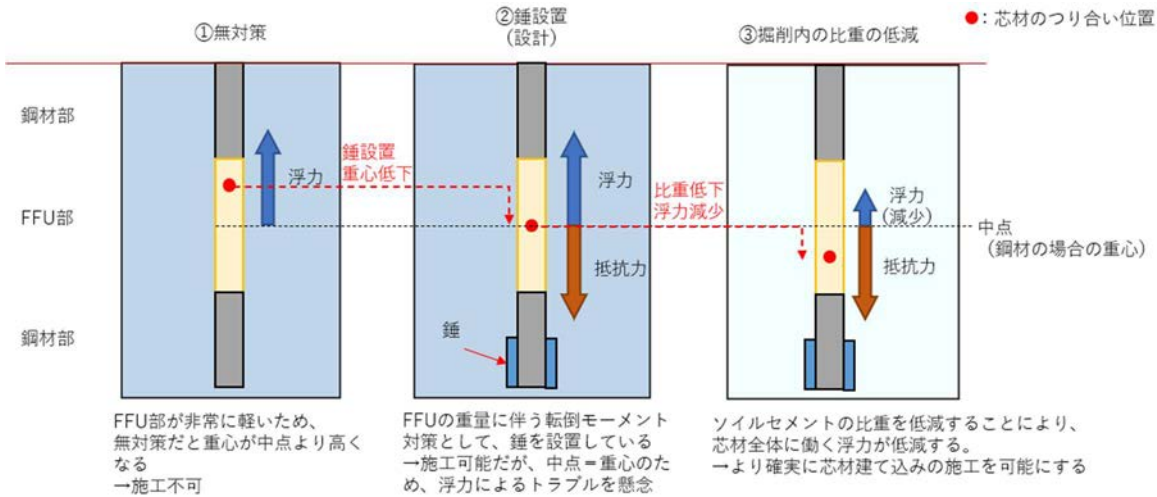
今回の施工条件としては、図－2のとおり対象地盤は洪積砂質土層が支配的であることと、掘削長最大61.0mに対して芯材長が最大39.0mであることから、掘削土砂の堆積が起因となる芯材の高止まりリスクは低いと判断し、発注者である東日本高速道路（株）と協議の上、FFU芯材部のみ特殊配合で施工することとした。施工した変更仕様と配合を表－2と表－3に、建込み精度向上策イメージを図－3に示す。

表－2 変更ソイルセメント仕様

	要求性能		規格値	比重
	設計強度	透水係数	フロー値 (固化液)	
標準部	0.5N/mm ²	1×10 ⁻⁸ m/sec	200mm×200mm ~300mm×300mm	1.628
FFU部			400mm×400mm ~500mm×500mm	1.550

表－3 ソイルセメント配合

	セメント (kg)	ベントナイト (kg)	遅延剤 (kg)	水 (kg)	W/C (%)
	タフロック 3E型	白馬S	パワーキャリブ		
標準部	200	10	10	200	100
FFU部	240	10	10	300	125



図－3 建込み精度向上策イメージ図

5. 建込み精度向上策 実施結果

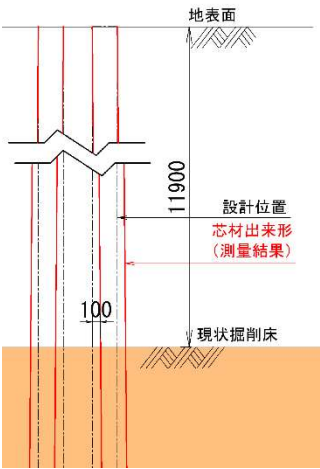
上記の向上策を実施した結果、施工中に建て込み済みの芯材と建込む芯材が干渉してしまうトラブルや、ソイルセメント固化前に芯材が浮力によって浮き上がる・傾く等の現象は確認されなかった。配合変更したソイルセメントの品質も施工中のテストピース採取による試験結果から、所定の圧縮強度と透水係数が確保されていることを確認した。

また、現在 GL-11.9m まで立坑掘削を完了したが、図－4 のとおり設計位置との傾斜角度によるずれは最大 100mm とソイル壁の健全性を損なう施工誤差は発生しておらず、一定の鉛直精度を確保できていることを確認した。掘削中に出水等も確認されていない。

以上より、土層や施工条件に留意する必要があるが、ソイルセメントの比重を小さくすることで、FFU 芯材の建込み精度向上に効果があることを確認した。

参考文献

1) パワー工法研究会：CSM 工法標準積算資料，pp.24－31，2020.



図－4 出来形正面図（最大変位部）